

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平 6 - 4 8 6 6 6

(24) (44) 公告日 平成6年(1994)6月22日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 G	4/12	3 4 6		
		3 6 4		
	4/30	3 1 1 F 8019-5 E		

発明の数 2

(全 7 頁)

(21) 出願番号	特願昭62-242764	(71) 出願人	999999999 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町1丁目5番1号
(22) 出願日	昭和62年(1987)9月29日	(72) 発明者	平間 昌宏 埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬2270番地 三 菱鉱業セメント株式会社セラミックス研究 所内
(65) 公開番号	特開平1-86510	(72) 発明者	谷所 博明 埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬2270番地 三 菱鉱業セメント株式会社セラミックス研究 所内
(43) 公開日	平成1年(1989)3月31日	(74) 代理人	弁理士 倉持 裕 (外1名)
		審査官	植松 伸二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層セラミックコンデンサ及びその製法

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電体層と導体層を互いに積層してなる積層セラミックコンデンサの個々の誘電体層の少なくとも一方の面に導体層を設け、その導体層上を含めた全面に、ガラス材料ペースト層を形成し、このガラス材料ペースト層及び導体層によりなるものを接着層とし、該接着層は、導体層で一定のパターンを構成するもので、その時、ガラス材料ペースト層と導体層の一方または、両方がそれを挟んでいるセラミック薄板を接着して形成されてい、更に、該導体層は導体ペースト或いは導電性接

10

【請求項 2】 前記誘電体層は、2種類の誘電特性の異なる

2

る誘電体セラミック材料を用い、その一方は、正の静電容量の温度係数を有し、他方は、負の静電容量の温度係数を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の積層セラミックコンデンサ。

【請求項 3】 前記の正の温度係数を有する誘電体セラミック薄板は、アルミナ、ムライト、ステアタイト、フォルステライト、チタン酸マグネシウム或いはチタン酸鉛を主成分とする誘電体セラミック材料から選択し、前記の負の温度係数を有する誘電体セラミック薄板は、チタニア、チタン酸カルシウム或いはチタン酸ストロンチウムを主成分とする誘電体セラミック材料から選択したものであることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の積層セラミックコンデンサ。

【請求項 4】 誘電体層として、予め、個別に焼成された、誘電特性の異なる2種類以上の誘電体セラミック薄

板を各々少なくとも 1 枚を用いて、その各々焼成された誘電体セラミック薄板上に厚膜スクリーン印刷法により、導体層パターン並びにガラス材料ペースト層を形成し、そのように形成したセラミック薄板層を多数積み重ね、その積層物の最上面及び最下面に焼成セラミック薄板を重ね、その構成物を比較的に低温で熱処理接合し、得られた積層体を所定に従い切断し、各積層体に端子電極を形成して製作することを特徴とする積層セラミックコンデンサの製法。

【発明の詳細な説明】

〔産業上の利用分野〕

本発明は、積層セラミックコンデンサに関する。更に、詳しくは、ガラス材料ペースト層と導体層を含む接着層を介在させ、2 種類以上の誘電特性の異なるセラミック誘電体層を多層に構成した積層セラミックコンデンサに関する。

〔従来の技術〕

最近、電子機器の小型化に伴い、積層コンデンサの小型化が進んでいるために、多くの技法により積層セラミックコンデンサが作製されている。

従来の積層セラミックコンデンサは、主に、次の 2 つの方法で積層体を作製していた。即ち、第 1 のものは、微細化したセラミック粉末を有機バインダと混練しペースト状にした誘電体材料ペーストと、同じように金属粉末を有機バインダと混練しペースト状にした導体ペーストと相互にスクリーン印刷法により順次積層していき積層体を形成する方法である。また、第 2 の方法は、誘電体材料ペーストをドクターブレード法等により形成したセラミックグリーンシートに、スクリーン印刷法等により、導体ペーストを被着し、乾燥したグリーンシートを複数重ねた後に、所望の形状、寸法に切断し、熱圧着することにより、積層体を形成する方法である。このようにして、誘電体材料と導体の薄層を積み重ねた積層体を作製し、次にそれを焼成することにより積層セラミックコンデンサを製造するものであった。

然し乍ら、このような作製方法では、誘電体セラミック材料を金属と一緒に 1200～1400℃程度の高温で焼成するために、内部電極材料としては、1200～1400℃の高温においても誘電体セラミック材料と反応せずに、また高温においても酸化しない金属であることが要求され、この要件を満足するためにパラジウム、白金等の貴金属ペーストを用いなければならず、積層セラミックコンデンサを経済的に製造するに一種のネックになってい、その低価格化のためには大きな障害であった。

また、積層誘電体セラミック層の誘電率やその温度係数等の誘電特性は、そのセラミック粉末の化学組成を変化させることや、微量の添加物を添加すること等により制御されてきた（例えば、特開昭 60-205906 号）。

〔発明が解決しようとする問題点〕

本発明の目的は、以上の従来の積層セラミックコンデンサの作成法の欠点を解消することである。即ち、化学組成により、或いは添加物により、誘電特性、誘電率を制御する前記の方法では、制御の幅に限定を受け、添加物もその化学的性質により制約される。また、微量の添加物を加えた時、化学組成の均一なセラミック粉末を得ることは、非常に困難である。更に、目的の誘電特性を得るために添加物として、高価な材料や毒性のある材料を用いなければならない場合もあり、経済的に不利な場合もある。添加物使用でも、製造中に反応してしまい、他の化合物になってしまうので、目的の誘電特性のものが得られなくなる場合もある。

従って、従来の積層コンデンサでは、誘電率やその温度係数を任意に制御できる積層体を得ることが困難であった。

従って、本発明は、互いに補完しあう特性を有する材料の誘電体セラミック焼成薄板を 2 種類以上組合せることにより、誘電容量及び静電容量の温度係数を容易に且つ任意に制御した積層コンデンサを提供することを目的とする。更に、本発明は、各層のセラミック薄板の間に空隙を設けることなく、ガラス層をセラミック薄板間に形成し、比較的に低温で溶着できる材料により、誘電特性の異なる 2 種類以上の誘電体セラミック焼成薄板を適宜組合せて、多層化して重ね接合することにより、精度にすぐれ、かつ、静電容量温度係数を制御できる積層セラミックコンデンサ及びその製法を提供することを目的とする。

〔発明の構成〕

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、誘電体層と導体層を互いに積層してなる積層セラミックコンデンサの個々誘電体層の少なくとも一方の面に導体層を設け、その導体層上に、ガラス材料ペースト層を設け、該接着層は、ガラス材料ペースト層、導体層で一定のパターンを構成するもので、その時、ガラス材料ペースト層、導体層の一方または、両方がそれを挟んでいるセラミック薄板を接着して形成されてい、更に、該導体層は導体ペースト或いは導電性接着剤よりなり、該誘電体層は、個別に焼成された、誘電特性の異なる 2 種類以上の誘電体セラミック薄板を各々少なくとも 1 枚ずつ用い、積層されたものよりなることを特徴とする積層セラミックコンデンサである。

その誘電体層は、2 種類の誘電特性の異なる誘電体セラミック材料を用い、その一方は、正の静電容量の温度係数を有し、他方は、負の静電容量の温度係数を有するものが好適である。この正の温度係数を有する誘電体セラミック薄板は、アルミナ、ムライト、ステアタイト、フオルステライト或いはチタン酸マグネシウム或いはチタン酸鉛等を主成分とする誘電体セラミック材料から選択され、前記の負の温度係数を有する誘電体セラミック薄

板は、チタニア、チタン酸カルシウム、チタン酸ストロンチウム等を主成分とする誘電体セラミック材料から選択できるものである。それらの製法は、誘電体層として、予め、個別に焼成された、誘電特性の異なる2種類以上の誘電体セラミック薄板を各々少なくとも1枚を用いて、その各々焼成された誘電体セラミック薄板上に厚膜スクリーン印刷法により、導体層パターン並びにガラス材料ペースト層を形成し、そのように形成したセラミック薄板層を多数積み重ね、その積層物の最上面及び最下面に焼成セラミック薄板を重ね、その構成物を比較的に低温で熱処理接合し、得られた積層体を所定の寸法に切断し、各積層体に端子電極を形成して製作するものである。

本発明に積層セラミックコンデンサの構造は、セラミック薄板層、接着層で構成され、即ち、接着層を介在させて、セラミック薄板層を積層し、組立てたもので、この接着層は、ガラス材料ペースト層と導体層よりなる一定の電極パターンを構成しているものである。この接着層はガラス材料ペースト層パターンと導体層パターンとを有しており、そのガラス材料ペースト層、導体層の一方或いは両方がセラミック薄板同志を接合接着する役目をしているものである。そのときに、ガラス材料ペースト層を接合接着の役目にする場合は、ガラス材料ペースト層を介在させて組立ててガラスを熔融せしめ接合する。また、導体パターンを接合の役目に構成する場合は、導体ペースト或いは導体接着剤を用いて、即ち、セラミック薄板上に導体ペースト或いは導体接着剤を塗布し、次にセラミック薄板を合わせて接合する。

更に、本発明は、予め互いに誘電特性などの特性、その温度係数を相殺し、よりよい特性が得られる2種類以上の誘電体の組合せを適宜選択して用いる。

本発明では、焼成後の誘電特性の異なる2種類以上のセラミック薄板を用いるために、介在する接着層の導体パターン、介在するガラス材料ペースト層等を形成するためにペースト印刷後に加熱処理するときにも、基板の収縮が生じない。従って、あらかじめ収縮率を考慮にいれてパターン設計する必要がなく、従来のグリーンシート積層法に比較して電極パターン形成が正確にでき、また、ペースト焼成によるセラミック薄板の反りも生じることが少ない。

2種類以上の組合せセラミック薄板を多層化するために、ガラス材料ペースト層を接合層とした場合、該セラミック薄板を積み重ねたものを比較的に低温で焼成処理し、融着させる。接着層には、空隙を設けずにガラス材料ペースト層、導体層が形成されているため、該セラミック薄板相互の接着が良好に行なわれ、機械的強度が高い積層セラミックコンデンサが得られる。

接合層としてガラスを用いる結果、より耐熱性にすぐれ、気密封止性が良好になり、特性がよく使用しやすい積層セラミックコンデンサが得られる。また、ガラス材

料ペースト層は、すぐれた電気的絶縁性をもつために、該焼成ガラス層を挟んで上下のセラミック薄板に印刷された導体層は、良好な絶縁性を保持でき、同時に気密性が優れたものとなる。接合層としてガラス層を用いずに、単に充填層として、導体層を接合層として用いる場合でも、導体層パターンの間をガラスが埋めるために、電極の気密性が容易に保持される。

本発明の積層セラミックコンデンサでは、焼成後のセラミック薄板を使用しているために、積層セラミック薄板上に形成された電極パターンの位置合わせのためのマージンを小さくとることができる（小さくてもよい）。従って、パターン精度の優れた積層コンデンサが可能である。

同時に、複数のセラミック薄板を積層する際に薄板が薄く透光性になるために下層の薄板に印刷されたパターンに対して位置合わせが容易にでき、高精度の位置合わせが可能である。更に、積層時に個々の薄板の反りを容易に補正でき、平面性の高い積層コンデンサが容易に作製できる。以上の理由から200 μ m以下の厚さのセラミック薄板が好適であり、製造上からはセラミック薄板厚さの下限が約20 μ mとされる。用いるセラミック薄板の厚さについては、好適には、30~400 μ mであり、より好適には、30~200 μ mで、50~150の範囲が更に好適である。

本発明の積層セラミックコンデンサの製造方法を、次に説明する。用いる2種類以上の誘電特性の異なるセラミック薄板は、個別に焼成された誘電体薄板であり、そのようなセラミック薄板各々の少なくとも一方の面にスクリーン印刷法などにより金属導体層パターン（電極パターン）を形成したものを各々少なくとも1枚ずつに、ガラスペースト層をスクリーン印刷法で形成し、このようなセラミック薄板を多数積み重ね、その積層体の最上面及び最下面に2つのセラミック薄板を付着する。このようなガラスペースト層、導体層のうち少なくとも1つのを接合層とする、即ち、ガラスペースト層を接合層とする場合は、積層体を低温焼成処理し、熔融接合する。導体層を接合層とする場合は、導体ペースト或いは/及び導電性接着剤を用い、接合する。このように構成することにより、強固な積層セラミックコンデンサが製造される。

本発明に従い、以上のように2種類以上の誘電体層で積層コンデンサを作るが、その誘電率の温度変化を零になるべく近くするためには、その誘電率の温度温度係数の正のものと負のものを組み合わせる必要がある。誘電率温度係数の正の誘電体材料としては、アルミナ、ムライト、ステアタイト、フォルステライト；チタン酸マグネシウム、チタン酸鉛等があり、また、負の誘電体材料としては、チタニア；チタン酸カルシウム、チタン酸ストロンチウム等がある。これらの誘電体材料から、誘電率の温度係数が零になるように、適宜選択して組合わせて、本発明により2種類以上の誘電体層を用いてセラミック積層

コンデンサを作る。即ち、2種以上の誘電体材料を用いて、静電容量特性、誘電特性が互いに補完できる組合せを選択して、用いることが重要である。

本発明に用いる2種以上のセラミック薄板は、例えば、金属アルコキッドを出発原料として、ゾルゲル法により製造できる。また、酸化物を出発原料とした方法でも製造できる。

また、導体層パターン（電極パターン）を作成する方法としては、印刷法により、説明するが、特に、スクリーン印刷を用いた厚膜法が有用である。その他に、導体層を接合層として用いない場合は、ホトエッチング技術も利用でき、ホトエッチングによる薄膜作成法を用いることができる。また、その両方の技法を用いることもできる。

導体層パターン形成に用いる材料としては、金、銀、銅、ニッケル、白金、パラジウム、亜鉛又はその組合せなどの導電性金属であり、そのペーストをスクリーン印刷法などにより焼成セラミック薄板表面上に印刷し、導体パターン即ち、電極パターンとすることができる。また、本発明に用いる導体層形成の材料は、特に、高周波用には、銀、金、銅、パラジウム或いはその組合せを用いることが好適である。また、本発明の積層セラミックコンデンサの構造では、前記以外にニッケルなどの高温では比較的に酸化され易い金属でも用いることができる。

ガラス材料ペースト層の作成法は、上記のようにスクリーン印刷による厚膜作成法が特に有効である。

セラミック薄板各層を互いに接合するためのガラス層形成には、比較的に低温で熔融すガラス、例えば、硼珪酸*

$$C_T = \epsilon_0 (\epsilon_{s1} \cdot S_1 / t_1 + \epsilon_{s2} \cdot S_2 / t_2 + \epsilon_{s3} \cdot S_3 / t_3 + \dots + \epsilon_{sn} \cdot S_n / t_n)$$

である。

この式により、誘電体厚さと電極の重なり面積が静電容量を決定し、積層コンデンサの設計を行なう。2種類以上の誘電材料を用いる場合の静電容量の温度変化は、各※

$$\epsilon_0 (\lambda_1 \epsilon_{s1} \cdot S_1 / t_1 + \lambda_2 \epsilon_{s2} \cdot S_2 / t_2 + \dots + \lambda_n \epsilon_{sn} \cdot S_n / t_n) / \epsilon_0 (\epsilon_{s1} \cdot S_1 / t_1 + \epsilon_{s2} \cdot S_2 / t_2 + \dots + \epsilon_{sn} \cdot S_n / t_n) \dots (1)$$

により定まる。

この式(1)を0にすれば、温度特性が0に近くできる。そのために温度係数 λ が正と負のものを2種以上選択し、上記の式(1)の計算値が零になるように、電極面積及び厚さを適宜選択すれば、全体の温度係数を零にできる。

例えば、正の温度係数を有するアルミナ薄板と負の温度係数を有するチタン酸ストロンチウム薄板を組合せた場合の静電容量の制御について説明する。アルミナの比誘電率の温度係数は、約+130ppm/°Cであり、チタン酸ストロンチウムの温度係数は、約-700ppm/°Cである。

*ガラス、結晶化ガラスなどを使用できる。比較的低温の融点を有し、取り扱い易いものがよい。この加熱処理のときに、電極パターンを含むセラミック薄板に障害を与えないためになるべく低温で接合できる材料を使用する。ガラス熔融接合のための処理温度は好適には500°C~900°C程度であり、さらに好適には、700~850°Cの範囲である。

実施例では、アルミナ薄板とチタン酸ストロンチウムを主成分とするセラミック薄板の組合せを例として示すが、他のセラミック薄板としては、他に、BaO-TiO₂等の誘電体基板、チタニア (TiO₂) 系の基板材料等が好適である。

〔作用〕

本発明の積層誘電体コンデンサでは、特に2種類以上の誘電体セラミック材料のうち、1つが正の温度係数を有し、他の1つが負の温度係数を有するものを用いると、静電容量の温度係数は、次のようにして制御する。

積層セラミックコンデンサでその静電容量は、

$$C = \epsilon_0 \epsilon_s \cdot S / t$$

の式で決定される。

但し、Cは静電容量、 ϵ_0 は真空中の誘電率で $8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ である。 ϵ_s は比誘電率である。Sは電極の重なり面積で、tは誘電体の厚さである。

全体の静電容量C_Tは、各誘電体の比誘電率 ϵ_{s1} 、 ϵ_{s2} 、 ϵ_{s3} 、 \dots 、 ϵ_{sn} とし、各誘電体の電極重なり有効面積をS₁、S₂、S₃、 \dots 、S_nとし、各有効厚さをt₁、t₂、t₃、 \dots 、t_nとすると、

※誘電体の温度係数と各誘電体の静電容量により決まる。

従って、2種以上の誘電体材料を用いる場合、各材料の誘電率の温度係数を λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 \dots 、 λ_n とすると、全体の静電容量の温度係数は、

従って、全体の温度計数は、アルミナの静電容量を

C₁、メタン酸ストロンチウムの静電容量をC₂とすると{130・C₁ + (-700)・C₂} / (C₁ + C₂)である。

よって、130・C₁ + (-700)・C₂ = 0つまりC₁ = (700/130) C₂となるように、アルミナ及びチタン酸ストロンチウムの静電容量を形成すれば温度係数を0にすることが可能である。所望のコンデンサの容量を考慮して、決めることができる。例えば、10pFの積層コンデンサを作る場合、比誘電率 ϵ_{s1} 、 ϵ_{s2} は、各々アルミナ約10で、チタン酸ストロンチウムは、約280であり、 $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ であ

る。従って、 10 pF のコンデンサを得るには、
 $C = 10 = 8.854 \times (10 \times S_1 / t_1 + 280 S_2 / t_2)$
 $= C_1 + C_2$

$$\epsilon_{s1} \cdot S_1 / t_1 = 5.4 \times \epsilon_{s2} \cdot S_2 / t_2$$

の式、即ち、

$$10 \cdot S_1 / t_1 = 5.4 \times 280 \cdot S_2 / t_2$$

と積層コンデンサを設計する必要がある、即ち、 $S_2 / t_2 = 0.00063$ でなければならない、これより、コンデンサのアルミナ層中の電極層の面積と間隔及びチタン酸ストロンチウム層のコンデンサの電極層の面積と間隔が決

められ、コンデンサ構造を設計する。以上のような設計により、アルミナ層コンデンサ静電容量は、 8.44 pF で、チタン酸ストロンチウム層のコンデンサの静電容量は、 1.56 pF にすればよいことが分かる。

本発明により得られる積層セラミックコンデンサは、例えば、電子機器等に使用される混成集積回路用などに使用され得る。

次に、本発明の積層セラミックコンデンサについて実施例により説明するが、本発明は、次の実施例のものに限定されるものではない。

【実施例】

金属アルコキシド法により形成し、焼成した厚さ $50 \mu\text{m}$ の極薄のアルミナ薄板（正の静電容量温度係数を有する）1、及びチタン酸ストロンチウムを主成分とし、一部をカルシウム、ビスマス等で置換した組成の、酸化物法等により成形、焼成した厚さ $300 \mu\text{m}$ と誘電体セラミック薄板（負の静電容量温度係数を有する）2の両者の両表面に、第1図に示すように、金属導体ペーストをスクリーン印刷法により被着し、乾燥し、焼成し、金属導体層（導体層パターン）3を形成した。更に、この金属導体を形成したアルミナ薄板1及びチタン酸ストロンチウムセラミック薄板2の両面（金属導体層のある上も）に、低融点の珪酸ガラスペーストをスクリーン印刷法により被着し、ガラスペースト層4を形成したものを各々1枚以上と、金属導体層の形成のないアルミナ薄板の片面にのみガラスペースト層を形成したカバー用薄板5を2枚用いて、積層コンデンサ構造体の最上面及び最下面に付し、第1図の説明断面図に示す構造の積層物を得る。次に、その積層物の多層セラミック薄板を接着接合できるように加圧しながら約 $700 \sim 850^\circ\text{C}$ でリフロー炉に入れて加熱処理した。ガラスペースト層3は溶けて、アルミナ薄板を互いに接合接着され、多数のアルミナ薄板1及びチタン酸ストロンチウム薄板2は、図示のような構成で互いに強固に結合され、第1図に示す断面の本発明の積層物が得られた。この積層焼成物を個々のチップに切断し、端子電極を形成して、積層セラミックコンデンサを製造した。

以上のような構造の積層コンデンサについて、静電容量を測定し、その温度特性（温度係数）を観察した結果を第2図に示す。横軸に温度をとり、縦軸に静電容量の変

化率をとったグラフである。

アルミナ薄板は、実線で示し、静電容量温度係数 $TC = 130 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ であり、CG特性（EIA J, Electric Indusry's Association of Japan, 日本電子機械工業会による規格：静電容量温度係数 $TC = \pm 60 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以内であることを意味する）を有しない。また、チタン酸ストロンチウムの静電容量の温度変化は、図示のごとく逆傾斜のものであり、温度変化が大きいものである。これに対して、本発明による積層セラミックコンデンサにより、チタン酸ストロンチウム薄板と接合した第1図の構造の積層コンデンサは、本発明品で示すような温度静電特性を示した。この特性は、1点鎖線で示す範囲のCG特性（EIAJによる規格：静電容量温度係数 $TC = \pm 30 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以内）にあることを示している。

次に、金属導体層を形成したアルミナ薄板の静電容量を C_1 とし、また金属導体層を形成したチタン酸ストロンチウム薄板の静電容量を C_2 とする。 C_2 / C_1 の比率を変化させたときの静電容量温度係数を第3図に示す。 C_2 / C_1 の比率を変化させることにより、温度係数は正から負へ直線的に変化することが明らかである。また、 $C_2 / C_1 = 0.19$ において、温度計数0が現実されることが分かる。

このように、正の温度係数を有する誘電体セラミック薄板と負の温度係数を有する誘電体セラミック薄板を接合した本発明の積層コンデンサでは温度係数の制御が容易にでき、例えば、温度係数0が容易に実現できる。

【発明の効果】

本発明の積層セラミックコンデンサは、上記のような構成をとることにより、

第1に、正の温度係数を持つ誘電体セラミックと負の温度係数を持つ誘電体を個別に成形、焼成したものを利用して構成した積層コンデンサでは、温度計数の制御が容易にでき、例えば温度係数0の積層セラミックコンデンサが製造できること、第2に、より一般的に、静電特性、誘電特性などの特性を、2種以上の誘電体材料を用いて、特性を相殺し、よりよい特性が得られる積層セラミックコンデンサが得られること、更に、静電容量の温度係数を任意に制御できる積層セラミックコンデンサの製造が可能になったこと、第3に、従って、安価な材料を用いて、高価な精密制御の積層コンデンサを提供できること、

第4に、内部誘電体材料として用いることのできる材料の種類が広がったことにより、他の特性のすぐれた積層セラミックコンデンサが可能になったこと、などの技術的效果が得られた。

【図面の簡単な説明】

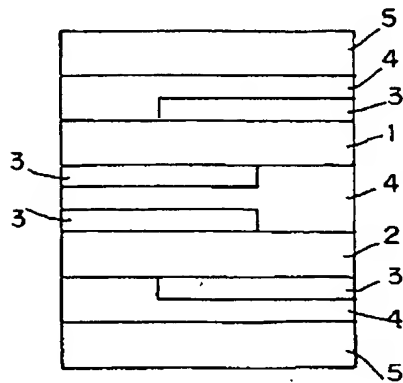
第1図は、本発明の積層セラミックコンデンサの製造を示す説明断面図である。

第2図は、本発明の積層セラミックコンデンサに用いるアルミナ薄板とチタン酸ストロンチウム薄板と、本発明

の構成の積層コンデンサの静電容量の温度特性を比較して示すグラフである。

第3図は、本発明によるアルミナ薄板とチタン酸ストロンチウム薄板とを組合せたときの静電容量の温度係数と、アルミナ薄板の静電容量 C_1 とチタン酸ストロンチウム薄板の静電容量 C_2 の比率 C_2/C_1 の関係を示すグラフである。

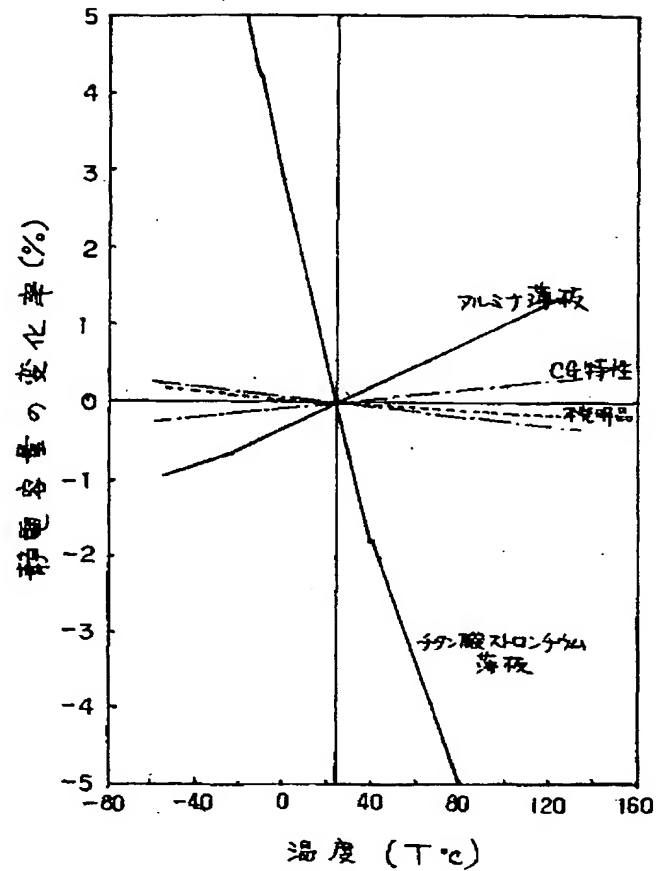
【第1図】



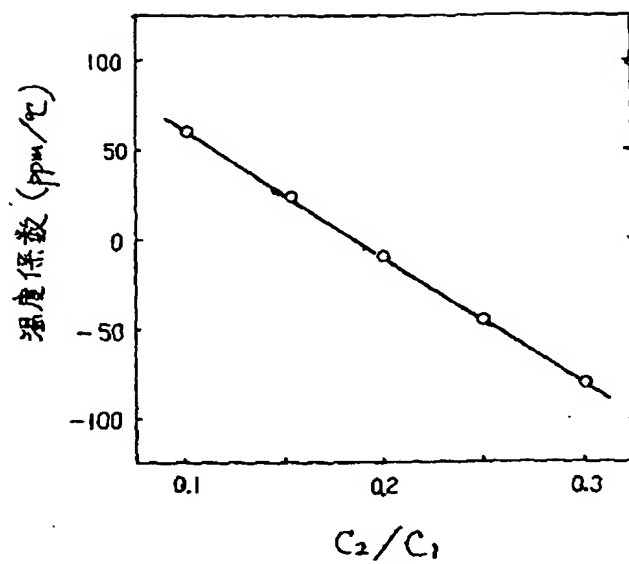
〔主要部分の符号の説明〕

- 1 ……アルミナ薄板層
- 2 ……チタン酸ストロンチウム薄板層
- 3 ……導体層（電極パターン層）
- 4 ……ガラス（ペースト）層
- 5 ……表面カバー用セラミック薄板

【第2図】



【第3図】



フロントページの続き

(72)発明者 北原 直人

埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬2270番地 三
菱鉱業セメント株式会社セラミックス研究
所内

(72)発明者 篠原 義典

埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬2270番地 三
菱鉱業セメント株式会社セラミックス研究
所内

(72)発明者 疋田 和康

埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬2270番地 三
菱鉱業セメント株式会社セラミックス研究
所内